

Erkka Ylitalo

SÄHKÖASEMAN KUNNOSSAPIDON KANNATTAVUUS

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2015

SÄHKÖASEMAN KUNNOSSAPIDON KANNATTAVUUS

Ylitalo, Erkkä
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2015
Ohjaaja: Nieminen, Esko
Sivumäärä: 27
Liitteitä:7

Asiasanat: Sähköasemat, kunnossapito, tarkastus, huolto

Tämän opinnäytetyön aiheena oli sähköaseman kunnossapidon kannattavuus. Työn toimeksiantajana oli Relacom Finland Oy. Työn tarkoituksena on esittää parempi toimintamalli sähköasemahuoltojen suorittamiseen Elenia Oy:n sähköasemilla.

Opinnäytetyöhön kerättiin tietoja haastattelemalla yrityksen omia asentajia. Heiltä kysyttiin heidän näkemyksiään nykytilanteesta ja siitä, kuinka toimintaa voisi parantaa. Näistä saaduista tiedoista koottiin ehdotus sähköasemahuoltojen tekemiseksi tulevaisuudessa.

PROFITABILITY OF SUBSTATIONS MAINTENANCE

Ylitalo, Erkkä

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Electrical Engineering

December 2015

Supervisor: Nieminen, Esko

Number of pages: 27

Appendices: 7

Keywords: Substation, Maintenance, Service, Inspection

The subject of this thesis was profitability of substation maintenance. Work was commissioned by Relacom Finland Oy. The purpose of the work was to present a better operation model for substation maintenance of Elenia Oy's electrical stations.

Data for this thesis was collected by interviewing the company's own technicians. They were asked their views on the current situation and how it could be improved. Proposal for substation maintenance was compiled from this data.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SÄHKÖASEMAT.....	6
2.1	Yleistä	6
2.2	Ulkokenttä.....	7
2.3	Rakennus.....	8
2.4	Muu alue	10
3	KUNNOSSAPITO	11
3.1	Tarkastukset	11
3.1.1	Sähköasema-alue	11
3.1.2	Laitteisto	14
3.2	Huollot	18
4	KUNNOSSAPIDON NYKYTILA	21
4.1	Tarkastusten sisältö	21
4.2	Huollot	24
5	EHDOTUS TOIMINTAMALLILLE TULEVAISUUDESSA.....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Relacom Finland Oy:llä on kunnossapitosopimuksia Elenia Oy:n omistamaan sähköjakeluverkkoon ympäri Suomea. Tähän sopimukseen kuuluu myös sähköasemien kunnossapito. Tällä hetkellä yritys ei kuitenkaan pysty tekemään kunnossapitotöistä muuta kuin tarkistukset itse. Kaikki huollot jäävät aliurakoitsijoiden tehtäväksi. Yritys haluaa kuitenkin parantaa kunnossapitotöiden kannattavuutta, joten sain opinnäytetyöksi selvittää, mitä se vaatii eli mitä töitä pystyttäisiin firmassa tekemään itse järkevillä investoinneilla.

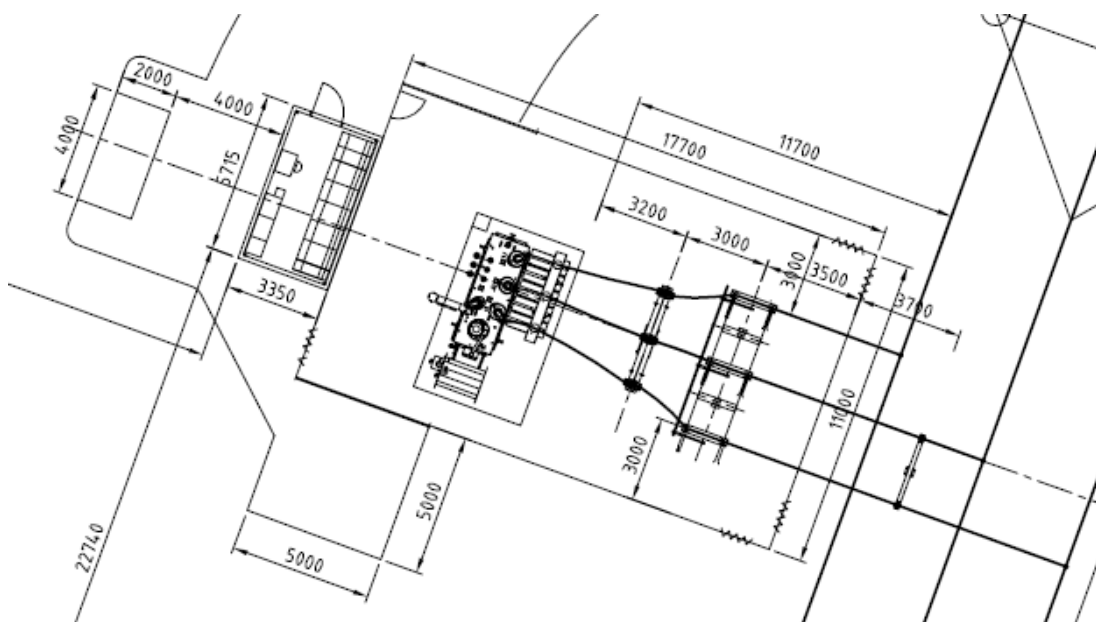
Opinnäytetyössä käydään teoriaosuudessa läpi sähköasemien perustietoja sekä kunnossapitotöitä ja huoltotöitä. Tämä jälkeen kerrotaan, mitä yritys itse tekee tarkastuksissa ja huolloissa. Nämä tiedot on kerätty haastattelemalla eri urakointialueiden tarkastajia ja verkkopäälliköitä. Lopuksi kerrotaan omasta mielestäni paras ratkaisu kunnossapitotöiden kannattavuuden parantamiseen.

2 SÄHKÖASEMAT

2.1 Yleistä

Suomessa on monenlaisia sähköasemia. Jokaisen sähköaseman rakenne riippuu täysin siitä, onko sen tehtävänä vain siirtää sähköä vai toimiiko se samalla myös muuntoasemana. Aseman rakenteeseen vaikuttaa myös suuresti sen sijainti. Esimerkiksi verkoston solmukohtaan rakennetussa asemassa on rakennusvaiheessa otettu huomioon tehon kasvuennuste sekä laitteiston luotettavuus. Sähköasemat on yleensä sijoitettu sinne missä on suurimmat kuluttajat, jotta sähkönsiirto olisi kaikkein edullisinta. (Elovaara & Haarla 2011, 96)

Tässä alapuolella on esimerkki kuva sähköaseman sijoituskaaviosta. Se koostuu kolmesta suuremmasta kokonaisuudesta. Kuvassa 1 on sähköaseman ulkokenttä oikeassa reunassa, asemarakennus keskellä sekä vasemmalla sammutuslaitteisto. Seuraavaksi kerron tarkemmin mitä laitteita miltäkin alueelta löytyy ja mikä niiden tarkoitus on.



Kuva 1. Sähköaseman sijoituskaavio (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 22.10.2015.)

2.2 Ulkokenttä

Kun siirrytään 110kV verkosta sähköasemalle, niin ensimmäisenä laitteena tulee erotin. Erottimen tarkoitus on erottaa sähköasema tarpeen vaatiessa irti sähköverkosta. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi sähköasemille suoritettavat huoltotyöt. Erottimia ei ole tarkoitettu käytettäväksi kuormitettuna, joten niiltä ei vaadita virran sulkemis- tai katkaisukykyä. Mikäli erotinta käyttää kuormitettuna, niin on mahdollista, että syntyy valokaari, joka aiheuttaa vaaratilanteen käyttäjälle. Sähköasemalla olevan erottimen tulee olla sellainen, että sen voi lukita auki- ja kiinniasentoihin sekä siinä tulee olla luotettava asennonosoitin. Maadoituserotin on usein rakennettu kiinni normaaliin erottimeen, mutta se on tehty siten, ettei sen kytkeminen erottimen ollessa kiinni ole mahdollista. (Elovaara & Haarla 2011, 190.)

Seuraava laite on katkaisija. Katkaisijoita käytetään virtapiirin avaamiseen ja sulkemiseen, joko käsin ohjattuina tai automaattisesti. Katkaisijat voivat toimia kuormitettuina, joten niiden on pystyttävä katkaisemaan suurimmatkin virrat sekunnin osissa. Katkaisijat toimivat automaattisesti vikatilanteissa eli oikosulussa tai maasulussa. Eri ikäisillä sähköasemilla on hyvin monenlaisia katkaisijatyyppejä riippuen niiden rakennusajasta. Mahdollisia katkaisijoita ovat ilmakatkaisijat, öljykatkaisijat, vähäöljykatkaisijat, paineilmakatkaisijat, kaasukatkaisijat tai tyhjiökatkaisijat. (Elovaara & Haarla 2011, 161-169.)

Jännite- sekä virtamuuntajat sijaitsevat myös ulkokentällä. Niiden tehtävänä on mm seuraavat asiat. Erottaa mittauspiiri suurjännitteisestä virtapiiristä, muuttaa mittaalaa, suojella mittareita ylikuormitukselta sekä mahdollistaa releiden ja mittareiden sijoittamisen pois mittauspaikalta. Mittamuuntajien toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jolla pyritään saamaan mahdollisimman virheetön tulos normaalilla kuormitusalueella. Mittamuuntajiin kytketty rele antaa myös katkaisijoille toimintakäskyt avautua vikatilanteissa. (Elovaara & Haarla 2011, 196.)

Sähköaseman ulkokentällä sijaitsee päämuuntaja. Aseman koosta riippuen niitä voi olla useampiakin. Yleisimpiä päämuuntajia sähköasemilla on teholtaan 10-25MVA. Päämuuntajan tarkoitus on sähkömagneettisen induktion avulla muuttaa 110kV jännite 20kV jännitteeksi. Suurjännitepuolelta tuleviin johtimiin voi olla kytketty

ylijännitesuojat. Muuntajaan on kytketty kiinni käämikytkin, jolla mahdollistetaan jännitteen säätö halutun suuruiseksi. Kuvassa 2 on nähtävillä minkälaiselta sähköaseman ulkokenttä ja laitteisto siellä näyttää. (Elovaara & Haarla 2011, 141.)



Kuva 2. Sähköaseman ulkokenttä ja sen laitteistoa (Ylitalo 2015)

2.3 Rakennus

Kun jännite on ulkokentällä muutettu 20kV:n suuruiseksi, se viedään sähköasemarakennuksen sisälle ja johdetaan kojeistoihin. Kojisto tarkoittaa sellaista yhtenäistä laitteistoa kaapelilähdöllä, johon kuuluu kaikki tarvittavat kytkentä-, suojaus-, ohjaus- sekä valvontalaitteet. Uudemmissa sähköasemilla kaikki kojeistot on koteloitu joko ilma- tai SF₆- kaasueristeisesti, mutta vanhemmilta sähköasemilta saattaa löytyä avorakenteisia kojeistoja. Kojestoon on asennettu suojareleet, jotka laukaisevat johtolähdön katkaisijan vian sattuesssa ja erottavat viallisen johto-osan irti verkosta. Näiden releiden hälytykset on nähtävillä kojeiston kanteen asennetusta kennoterminalista tai sähköaseman hälytyskeskuksesta. Kanteen saattaa olla asennettu myös jännite- tai virtamittareita. Uudemmissa kojeistoissa on sisäänrakennettu maadoituserotin, jolloin kojeistoa ei tarvitse huollon ajaksi erikseen maadoittaa. Kuvassa 3 on nähtävillä sähköaseman sisälle asennettu 20kV kojeisto. (Elovaara & Haarla 2011, 117-120.)



Kuva 3. Asemarakennuksen sisällä oleva 20kV kojeisto (Nuutinen 2015)

Sähköaseman sisältä löytyy kaukokäyttöjärjestelmä, jolla mahdollistetaan se, ettei asemalla tarvitse olla henkilökuntaa kaiken aikaa. Tämä järjestelmä lähettää kaikki vikahälytykset, virran ja jännitteen mittaustiedot sekä paikallisesti tapahtuneet ohjaustiedot suoraan käyttökeskukseen. Käyttökeskuksesta pystytään ohjaamaan sähköaseman katkaisijoita, joka helpottaa vikatilanteissa vika-alueen paikantamista.

Rakennuksen sisälle on asennettu sähköaseman tasasähköjärjestelmä. Tasasähköjärjestelmä toimii yleensä aseman omakäyttömuuntajaan asennetulla vakiojännitetasasuuntaajan avulla, mutta se on myös akkuvarmennettu. Akusto löytyy myös rakennuksen sisältä. Akut toimivat myös apuenergianlähteenä, joka mahdollistaa katkaisijoiden ohjaamisen myös vikatilanteissa. Tasasähköjärjestelmää tarvitaan myös ohjaamaan sähköasemalta löytyviä komponentteja eri järjestelmistä. Tällaisia komponentteja löytyy esimerkiksi suojausjärjestelmistä ja kaukokäyttöjärjestelmistä. (Siivonen 2007.)

2.4 Muu alue

Sähköasema alueelta saattaa löytyä myös maasulun sammutuslaitteistoja tai kompensointilaitteistoja. Kompensointilaitteistolla tarkoitetaan kondensaattoriparistoja, joiden tarkoitus on poistaa verkossa esiintyvää loistehoa. Kondensaattoriparistojen yhteydessä käytetään reaktoreita, jotka poistavat pienen kuorman aikana johtojen synnyttämän ylimääräisen loistehon. (Elovaara & Haarla 2011, 225.)

Sähköasemille saattaa olla nykyään asennettuna myös maasulun sammutuslaitteisto, kuten kuvasta 4 voi nähdä. Laitteistoon kuuluu oma tähtipistemuuntaja sekä sammutuskuristin. Tätä tähtipistemuuntajaa käytetään yleisesti myös tuottamaan sähköasemien omakäyttösähkö. Sammutuskuristimen tarkoitus on saada maasulun takia syntynyt maasulkuvirta mahdollisimman pieneksi ja sammuttaa siitä syntynyt valokaari nopeasti. Tämän avulla voidaan jakeluverkossa käyttää jälleenkytkentöjä ja helpottaa vikapaikan löytämistä. (Isomäki 2010, 19-23.)



Kuva 4. Ulkokentän viereen sijoitettu sammutuslaitteisto (Ylitalo 2015)

3 KUNNOSSAPITO

3.1 Tarkastukset

Sähköaseman tarkistuksia tehdään aina sähköaseman ollessa normaalisti käytössä. Sähköasemien tarkistuksia tehdään, jotta pystytään varmistumaan henkilö- ja ympäristöturvallisuudesta sekä varmistetaan käyttövarmuuden ylläpito. Tarkistuksilla pyritään myös ennaltaehkäisemään sähkökatkoja siten, että huono kunto huomataan ennen kuin se aiheuttaa suurempaa vahinkoa ja se pystytään tällöin korjaamaan ilman sen suurempaa sähkön kuluttajille aiheutuvaa haittaa. Tästä syystä tarkastajan tulee olla ammattitaitoinen ja hänen tulee tuntea sähköasemien laitteisto siten, että hän pystyy varmuudella tarkistamaan niiden kunnon. Tarkastuksessa käydään läpi koko sähköasema-alue, ulkokentän kojeet, päämuuntaja, asemarakennukset rakenteineen, keskijännitekojeisto, ohjaustaulut sekä apulaitteet. (Lehtonen 2013A.)

3.1.1 Sähköasema-alue

Sähköasema-alueen tarkistukseen kuuluu yleisilme siten, että alue näyttää siistiltä ja hoidetulta. Urakointiyritykselle tulee ilmoittaa, jos alueella esimerkiksi kasvaa liian suurta puustoa tai ruoho rehottaa rumasti. Sähköasema-alueeseen kuuluu metrin levyinen kaistale aidan ulkopuolelta ja myös tämän alueen siisteys kasvillisuuden osalta tulee varmistaa. Aluetta ympäröivän aidan kunto täytyy varmistaa siten, ettei sen yli tai ali pääse tekemättä lisätöitä. Tämä tarkoittaa sitä, ettei aidan välittömässä läheisyydessä saa olla mitään kalustoa, jonka avulla aidan yli pääsisi vaivattomasti (esim: keloja, lavoja, pylviä jne). Esimerkki nähtävillä kuvassa 5. Mikäli aidassa huomataan reikiä, on ne paikattava välittömästi tai kutsuttava paikalle joku niitä korjaamaan. Aitaa tarkistettaessa huomioidaan myös, että jokaisella aidan sivulla on ainakin yksi hengenvaara kyltti sekä katsotaan myös aitamaadoitusten eheys. Uusien sähköasemien aitojen tulee olla minimissään 2.3m korkeita, mutta vanhoilla asemilla ne saattavat olla vain 2m korkeita. Asemien portit katsotaan ehjiksi siten, ettei saranat repsota ja että lukko toimii. (Latvala 2015.)



Kuva 5. Lavat sijoitettu liian lähelle aitaa (Latvala 2015)

Sähköasemalaitteiden alle on yleensä rakennettu valuma-altaat, jotta vian sattuessa öljy ei joutuisi maaperään, vaan saadaan turvallisesti kerättyä pois ja hävitettyä oikein. Nämä altaat on usein rakennettu betonista, jolloin tarkistetaan, ettei se ole lohkeillut siten, että öljyinen vesi pääsisi karkaamaan sieltä. Altaat on mitoitettu jokaisen laitteen kohdalla siten, että kaikki vuotava öljy vikatilanteessa mahtuu altaaseen. Joskus laite on vaihdettu jälkeensä suuremmaksi, jolloin altaan mitoitusta ei enää riitä keräämään kaikkea öljyä. Tästä tulee laittaa merkintä tarkastuspaperiin, jos sellaisen tilanteen huomaa. Keväisin ja syksyisin altaisiin kertyy vettä, kuten kuvassa 6. Vesi tulee poistaa altaasta asian mukaisin keinoin. (Nuutinen 2015.)



Kuva 6. Esimerkkikuva täydestä valuma-altaasta (Salomäki 2015)

Sähköasemarakennus tulee myös tarkistaa huolellisesti ulkopuolelta sekä mahdollisuuksien mukaan myös katolta. Vesikaton mahdolliset vuodot tarkastetaan sisäpuolelta. Rakennuksen ovien ja ikkunoiden kunto tarkastetaan ja varmistetaan, että lukot toimivat kunnolla. Rakennuksessa oleva kaapelikellari sekä –kanaali tarkistetaan siten, ettei siellä ole kosteutta tai seisovaa vettä. Mikäli näin on, tulee ylimääräinen vesi poistaa sieltä. Rakennuksen sisälämpötila huomioidaan siten, että talvella siellä ei ole liian kuuma, kun taas kesällä lämpötila ei saa nousta liian suureksi. Tätä pystytään säätämään mahdollisilla ilmanvaihtoventtiileillä, joita tarkastajan tulee aukoa ja sulkea tarpeen vaatiessa. Uusissa rakennuksissa saattaa olla ilmalämpöpumppu, jolla pystytään säätämään sisälämpötila sopivaksi. Rakennuksen valaistus testataan toimivaksi ja varmistetaan, että hätävalaistus toimii. Vara- ja turvavalojen toimivuus testataan vähintään kerran vuodessa. Rakennuksessa olevien palo- murto ja kulunvalvontalaitteiden kunto tarkastetaan ja testataan ainakin kerran vuodessa. Mikäli rakennuksessa on sinne kuulumatonta materiaalia, se poistetaan sieltä, koska tilan tulee olla siisti, eikä siellä saa olla ylimääräistä palokuormaa. Rakennuksessa olevien käyttö- ja turvallisuusvälineiden viimeinen tarkastuspäivämäärä katsotaan ja tarpeen vaatiessa niihin hankitaan uusi tarkistus. Alkusammutuskaluston sekä ensiapuvälineiden kunto ja käyttövalmius tarkistetaan. Asemalla olevien dokumentointien, esimerkiksi pääkaavion, huolto- ja käyttöohjeiden sekä ensiaputaulun olemassaolo ja eheys katsotaan samalla. (Nuutinen 2015, Lehtonen 2013A.)

Rakennuksen sisällä olevan 20kV kojeisto tarkistetaan päällisin puolin ehjäksi. Kojelistosta katsotaan, että kaikki merkinnät on kunnossa. Jotkut tilaajayritykset haluavat, että mahdolliset releet ja hälytykset kuitataan pois, mikäli sellaisia ilmenee. Laitekaapit avataan ja tarkistetaan silmämääräisesti niiden olevan kunnossa. Kojiston sisällä olevat katkaisijat tarkistetaan seuraavassa luvussa kerrottavalla tavalla. (Nuutinen 2015.)

3.1.2 Laitteisto

Päämuuntajan tarkistus aloitetaan tarkastamalla, että kaikki on päällisin puolin kunnossa. Muuntajan säiliö sekä radiaattorit katsotaan läpi ettei ole öljyvuotoja. Yleisimmin öljyvuodot näkyvät radiaattorien laipoissa sekä muuntajan hitsaussaumoissa ja tiivisteissä. Kuvassa 7 näkee miltä öljyvuoto voi näyttää. Samalla katsotaan öljynkorkeus mittareista. Öljynkorkeutta tarkistettaessa on otettava huomioon ulkoinen lämpötila, joka vaikuttaa suuresti öljyn korkeuteen. Muuntajissa on ilmankuivain, jonka suolan kosteus täytyy tarkistaa joka kerta. Mikäli suolasta yli 2/3 on kostunut, tulee se vaihtaa uuteen. Kuivaimen alla on öljykuppi, jonka öljymäärä tarkistetaan ja tarpeen vaatiessa sinne lisätään öljyä. Mikäli kuivaussuola kostuu nopeasti tai vain purkin yläreunasta tai ei ollenkaan, on joku kuivaimessa vikana ja se tulee korjata. Muuntajassa olevan jäähdytyspuhaltimen eheys katsotaan testaamalla sitä. Muuntajassa saattaa olla muitakin apulaitteita kuten lämpömittareita, virtausreleitä ja painereleitä. Näiden laitteiden eheys tarkistetaan silmämääräisesti. Mikäli näillä apulaitteilla on kotelot, tulee niiden kuivauslämmitysten toimivuus varmistaa. Suurjänniteläpivientejä tarkistettaessa katsotaan, että eristinposliinit ovat ehjät. Niissä ei saa olla lohkeamia eikä halkeamia näkyvissä. Näkyvissä olevat liittimet tarkastetaan ehjiksi. Myös muuntajan rungon maadoitus katsotaan olevan kiinni ja ehjä. (Nuutinen 2015.)



Kuva 7. Esimerkkikuva paisuntasäiliön öljyvuodosta (Nuutinen 2015)

Erottimia ja maadoituskytkimiä tarkistettaessa on varmistettava, että niiden kojetunnukset on oikein ja näkyvillä. Niiden eristimien kunto katsotaan siten, ettei niissä ole lohkeamia eikä halkeamia. Kojekaapeissa on yleensä lämmitysvastus pitämässä kojeen talvella käyttökuntoisena. Tämän vastuksen toimivuus testataan mahdollisuuksien mukaan. Kaapin tulee myös muilta osin olla siistissä kunnossa eikä siellä saa olla mitään sinne kuulumatonta. Tarkastuksessa kiinnitetään myös huomiota johtolähtöjen liittimiin, että ne ovat ulkoisesti kunnossa. Nämä tarkistukset tulee tehdä joka tarkistuskäynnillä. Noin kerran vuodessa on myös hyvä tarkistaa hälytysten, lukitusten ja asennonosoittimien toiminta ja kunto sekä koekäyttää niitä, jos vain mahdollista. (Paukkunen 2015.)

Jännite- ja virtamuuntajille tehdään samanlainen tarkistus kuin erottimille, mutta niitä tarkistettaessa on kiinnitettävä huomiota myös öljyvuotoihin. Virta- ja jännitemuuntajissa on öljynkorkeusmittari, josta katsotaan, että öljyä on tarpeeksi.

Tästä tehdään yleensä ihan oma pöytäkirja, kuinka paljon öljyä minkäkin vaiheen muuntajissa on. (Paukkunen 2015.)

Katkaisijoita tarkistettaessa on otettava huomioon, että ne ovat koko ajan käytössä. Tämä tarkoittaa sitä, ettei käsiä laiteta tarkastuksen yhteydessä mihinkään väliin vaan tarkastus suoritetaan pelkästään silmämääräisesti. Perustarkastus suoritetaan samalla tavalla kuin erottimien ja maadoituskytkimien tarkistus. Lisäksi tarkistetaan vaimentimien sekä katkaisupäiden öljyn pinnan taso. Öljyn pinnan tarkistuksia tehtäessä on otettava huomioon, että osassa katkaisijoissa on useita öljyntarkastuskohtia. Mikäli katkaisija on SF6 kaasulla toimiva, niin silloin kaasunpaine tarkistetaan. Kuvassa 8 on nähtävillä katkaisijan painemittareiden kupujen himmentyminen, jolloin paineen tarkastaminen on mahdotonta ilman kuvun vaihtamista. Katkaisijan viritysjousen ja moottorin kunto ja kiinnitykset tarkistetaan samalla. Mikäli katkaisijan toimintalaskurissa on riittävän monta katkaisukertaa näkyvissä, siitä laitetaan merkintä pöytäkirjaan ja sille tilataan huolto. (Paukkunen 2015.)



Kuva 8. Katkaisijoiden painemittareiden kuvut ovat himmenneet (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 22.10.2015.)

Sähköasema alueelta löytyy kondensaattoriparistot ja maasulkuvirran kompensointilaitteistot (sammutuslaitteisto) omina yksikköinä. Näitä tarkistettaessa

kiinnitetään huomiota yleiseen siisteyteen sekä katsotaan, ettei öljyvuotoja ole näkyvissä. Sammutuslaitteiston tarkistukseen kuuluu myös se, että tarkistetaan öljyallas samalla tavalla kuin päämuuntajan öljyallas sekä tarkistetaan ilmankuivaimen suolojen kosteus sekä öljyn määrä. Tarpeen vaatiessa öljyä lisätään ja suolat vaihdetaan sekä allas tyhjennetään asianmukaisin menetelmin, mikäli sinne on tullut vettä. (Nuutinen 2015.)

Tasasähköjärjestelmää tarkistettaessa kiinnitetään huomiota akuston ulkoiseen kuntoon eli kansiin ja akkukoteloihin. Samalla tarkistetaan että akkunestettä on tarpeeksi ja jos ei ole, niin sitä lisätään heti. Akut myös vesitetään tarvittaessa ja niiden vedenkulutusta tarkkaillaan joka kerta. Akkujen varausvirta ja jännitetasot on hyvä tarkistaa sekä tasasähköjärjestelmän toimivuus. Lisäksi kuitataan hälytykset. Akuista mitataan impedanssit kerran vuodessa ja mikäli niissä on yli 30% poikkeama, niin akusto vaihdetaan tai suoritetaan kuormituskoe. (Lehtonen 2013A.)

110kV kiskorakenteista tarkistetaan eristinposliinien eheys. Mikäli eristimestä on mennyt lautasia rikki, laitetaan niistä merkintä pöytäkirjaan, jolloin niihin hankitaan huolto. Esimerkin rikkoontuneesta eristimestä näkee kuvassa 9. Korjauksen ei tarvitse olla välitön, kun taas jos huomaa tukieristimen vaurioituneen, on siitä tehtävä ilmoitus tilaajayritykseen ja sen korjaus on hoidettava välittömästi. (Paukkunen 2015.)



Kuva 9. Rikkoutunut eristin (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 22.10.2015.)

Sähköaseman laitteistolle on hyvä tehdä kerran vuodessa lämpökuvaus. Tällä pystytään estämään tulevia sähkökatkotilanteita. Lämpökuvaamalla voidaan todeta laitteistossa olevaa epäsymmetriaa tai löystyneitä liitoksia. Lämpökuvausten tekijän tulee olla erittäin ammattitaitoinen, jotta osaa analysoida saatuja tuloksia oikein. Lämpökuvattavat kohteet sähköasemilla ovat ulkokentällä olevat laitteet ja rakenteet sekä lähellä olevat 20kV kaapelipäätteet ja –erottimet. Keskijännitekojeistosta kuvataan ne osat, mitkä voidaan avata turvallisesti käytön aikana. (Sähköinfo Oy 2015, Latvala 2015, Lehtonen 2013B.)

3.2 Huollot

Sähköasemahuoltoja tekevien henkilöiden on oltava erittäin ammattitaitoisia ja hyvin perehdytettyjä työhön, jotta he ymmärtävät työn tekemiseen liittyvät vaarat ja riskit. Heidän täytyy tunnistaa ilmenevät viat siten, että vaikuttaako se sähkönjakeluun tai käyttäjien turvallisuuteen. Sähköasema huollot suoritetaan yleensä siten, että kyseinen asema on korvattu huoltojen ajaksi eikä siis aiheuta kuluttajille sähkökatkoja. Huoltotöihin kuuluu erilaisia mittauksia, öljynvaihtoja, näytteiden ottoja sekä koekäyttöjä. (Lehtonen 2013B.)

Sähköasemalle tehdään tietyin aikavälein maadoitusimpedanssimittaus sekä maadoituksen eheysmittaus. Maadoitusimpedanssimittaus tehdään 110kV jännitteellä V/A menetelmällä eli käytetään 110kV johtoa virtajohtona ja jännitejohto vedetään maastoon. 20-45kV impedanssimittaus suoritetaan käännepistemenetelmällä eli molemmat virta ja jännitepiikki vedetään maastoon ja mitataan. Mittaus voidaan joutua tekemään useaan kertaan eri suuntiin paremman arvon saamiseksi. Maadoitusverkon eheys mitataan tekemällä mikro-ohmimittaus 100A virralla. Ensimmäinen mittaus tehdään päämuuntajan päämaadoitusliittimestä ja tätä arvoa käytetään vertailukohtana muihin pisteisiin. Muita mittauspisteitä ovat kojetelineet aidat sekä sähköasemarakennukseen menevä maadoitus. (Lehtonen 2013B.)

Päämuuntajasta otetaan öljynäyte huoltojen yhteydessä. Tästä näytteestä mitataan kosteus läpilyöntilujuus sekä kaasupitoisuus. Päämuuntajalle on tehtävä täyshuolto

noin 15-20 vuoden välein. Täyshuoltoon kuuluu tehokytkehuolto, tehomuuntajan suojalaitehuolto sekä jäähdyttimen että öljysäiliön huolto. Jäähdyttimen toimivuus testataan ja öljysäiliöstä katsotaan, että öljynpinnan osoitin toimii ja mittarit ovat kunnossa. Tehokytkehuollossa pienet öljymäärät vaihdetaan kokonaan ja suuret suodatetaan sekä lisätään uutta. Kytkimien koskettimien kunto tarkistetaan ja vaihdetaan mikäli ne ovat kuluneet. Normaalisti tehokytkehuollon koskettimet on suunniteltu kestämaan koko käyttöikänsä. Suojalaitteiden toiminta testataan suojarlekoestuksella. Kytkimen suoja-, paine- ja virtausreleiden toiminta testataan. Kaikki hälytysten laukaisut ja merkinannot testataan siten, että niistä tulee myös ilmoitukset valvomoihin. Muuntajan valmistaja on antanut ohjeet tarkemmin huoltojen suorittamiseen. (Lehtonen 2013B, Sarin 2004 29-31.)

Sähköasemien katkaisijoiden huolto on yleensä sidottu katkaisijoiden katkaisukertoihin tai tiettyihin aikaväleihin. 6-24kV katkaisijaa huollettaessa mitataan niistä aina ylimenovastukset sekä vaihdetaan tarvittaessa öljyt ja kosketinkärjet. Samalla kun katkaisija on auki tarkastetaan sammutuskammion kunto. Huollon jälkeen katkaisijan toiminta koestetaan. Valmistaja on voinut määrätä huoltojen yhteyteen muitakin suoritettavia huoltotoimenpiteitä tai mittauksia. Muita mahdollisia mittauksia ovat eristysvastusmittaus, viritysjännitteen mittaaminen, viritysmoottorin virtakäyrän mittaaminen, ohjausmagneettien toimintajännitteen mittaaminen, öljyn lämpötilan mittaaminen, kosketinpainemittaus sekä eristimien tarkastus ultraäänimittauksella. 45-220kV katkaisijoita huollettaessa niistäkin mitataan aina ylimenovastus, mutta myös vaiheiden yhtäaikaisuus sekä laukaisujen pienin toimintajännite. Vähäöljykatkaisijoista tutkitaan öljyn kosteus ja lämpötila. Muut mittaukset ja huollot suoritetaan taas valmistajan ohjeiden mukaisesti. Kaikkien katkaisijoiden ohjainmekanismit rasvataan ja tarkastetaan niiden toiminta. Mikäli suurjännitekatkaisijoille tehdään avaushuolto, niin samalla niihin vaihdetaan öljyt ja tiivisteet sekä tarkastetaan kohtioiden kunto. (Lehtonen 2013B, Sarin 2014 24-26, 33.)

Erottimien huoltoon kuuluu ohjaimen voitelu ja säädöt sekä ylimenovastusten mittaaminen. 6-24kV erottimille tehdään rasvaus kahden vuoden välein ja 45-110kV erottimille se tehdään kolmen vuoden välein. Huoltojen yhteydessä erottimien toiminta testataan. (Lehtonen 2013B, Sarin 2004 27, 34.)

Maasulun kompensointilaitteiston huoltojen yhteydessä sammutinkuristimesta otetaan öljynäyte, josta tehdään öljyanalyysi. Huoltoihin kuuluu myös kuristimen lisävastuksen toiminnan testataaminen mittaamalla kytkentäviiveet ja kuristimen kauko- ja paikallisohjauksen toiminnan testaus käyttökeskusken kanssa sekä rajakytkimen toiminnan testaus ajamalla se ylä- sekä alarajalle. (Lehtonen 2013B.)

Tärkeänä osana sähköasemahuoltoja toimii suojareleiden koestaminen. Suojarelekoestukset tehdään sähköasemille kolmen vuoden välein. Ensisijainen koestustapa kaikille suojareleille on ensiökoestus. Muita mahdollisia koestuksia on toisiokoestus, valehäiriökoestus sekä suorajeleen normaali koestaminen. Sähköasemalta löytyviä suojareleitä on mm ylivirtarele, maasulun suuntarele, pikajälleenkytkentärele, ali- sekä ylijänniterele, differentiaalirele sekä jännitteensäätäjät. Suojarelekoestuksessa mitataan releen toiminta-aikoja. Yleensä otetaan kolme eri aikaa. Ensimmäinen aika on ennen jälleenkytkentöjen laukeamista, toinen PJK:n jälkeen ja kolmas aika on ennen lopullista laukaisua. Koestusarvot tulee dokumentoida sähköiseen järjestelmään. (Pekkala 2011, Sarin 2004 14.)

4 KUNNOSSAPIDON NYKYTILA

Relacom Finland Oy pitää kunnossa tällä hetkellä Elenian sähköasemia ympäri Suomea. Asemia on yhteensä 54. Asemat ovat jakautuneet siten, että Ylöjärven urakointialueeseen kuuluu viisi asemaa, Tammelan alueeseen yhdeksän, Hämeenlinnan alueeseen yhdeksän, Lapuan alueeseen kuusi, Seinäjoen kahdeksan sekä Keski-Suomen alueeseen 17. Asemien koot vaihtelevat paikkakunnittain huomattavasti.

Jokaisella urakointialueella on tällä hetkellä oma henkilöstönsä, jotka hoitavat asematarkastukset neljä kertaa vuodessa. Haastattelin jokaisen alueen tarkastajia ja selvitin, mitä töitä milläkin alueella tehdään itse ja mitä tilataan aliurakoitsijoilta. Mikko Saartenkorpi toimi Hämeenlinnan ja Tammelan alueiden yhteisenä tarkastajana, koska asemia ei ole montaa ja välimatkat eivät ole suuret. Lapuan ja Seinäjoen tarkastajana toimi Marko Lehtimäki. Ylöjärven tarkastajana toimi Aki Kivikoski ja Keski-Suomen aluetta tarkistaa Iiro Pitkänen.

4.1 Tarkastusten sisältö

Tarkastukset suoritetaan joka paikassa samalla tavalla. Tarkastajalla on oma lomake, jonka hän täyttää tarkastettavasta kohteesta (Liite 1). Tarkastusten jälkeen tiedot siirretään Trimble NIS tietokantaan, jotta tilaajayritys saa tiedon tehdyistä huomioista ja korjauksista. Tarkastajista ainoastaan Kivikosken Aki teki itse sekä tarkistuksen että dokumentoinnin. Muilla alueilla tarkastaja antoi täytetyn lomakkeen seuraavalle henkilölle, joka sitten suoritti dokumentoinnin. (Kivikoski henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015.)

Aluetta tarkistettaessa tarkastetaan aidan kunto silmämääräisesti sekä varmistetaan, että joka aidan sivulla on ainakin yksi hengenvaara kyltti varoittamassa ohikulkijoita. Mikäli näin ei ole, niin mahdollisuuksien mukaan aita korjataan ja hengenvaara kyltit lisätään paikalleen. Aitaa tarkistettaessa kiinnitetään myös huomiota siihen, että sen alareuna on maassa kiinni siten, ettei sen alta pysty ryömimään. Tarpeen vaatiessa

siihen tuodaan lisää hiekkaa. Alue myös tarkistetaan siten, ettei sinne ole jätetty mitään sinne kuulumattomia esineitä, jotka saattavat helpottaa aidan yli kiipeämistä. Tällaisia esineitä ovat mm kaapelikelat. Alue myös katsotaan sillä tavalla siistiksi, ettei nurmikko ole liian pitkä tai ettei siellä kasva mitään puita tai muuta kasvillisuutta. Osalla alueista tehdään raivauksia puille ja muulle kasvustolle itse raivaussahaa käyttäen, mutta mm Keski-Suomessa heillä on oma aliurakoitsija, joka käy raivaamassa alueen valvotusti. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015, Pitkänen henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015.)

Asemarakennusta tarkistettaessa tarkastajat kiinnittävät huomiota sen yleiseen kuntoon ja siisteyteen. Rakennuksen valaistuksen toimivuus testataan ja mikäli lamppuja on palanut, ne vaihdetaan välittömästi uusiin. Rakennuksen ovien ja hätäsalpojen kunto varmistetaan testaamalla ja katsotaan, onko ikkunat ehjät. Tarkastajat puhdistavat myös tarpeen vaatiessa rakennuksen rännit. Keväisin vanhojen rakennusten ilmanvaihtoluukkuja avataan enemmän ja syksyisin niitä suljetaan. Uusilla sähköasemilla on ilmalämpöpumppuja, joiden toimivuus testataan joka kerta, ettei rakennus pääse liian lämpimäksi. Vanhoilla asemilla on vielä olemassa sähköasemapuhelimia ja tällöin niidenkin toimivuus testataan soittamalla. Asemien kaapelikellarissa käydään katsomassa, ettei sinne ole tullut vettä ja ettei sinne ole kuollut rottia tai hiiriä. Mikäli näin on, niin ne poistetaan välittömästi. Asemalla olevien työvälineiden kunto, kuten jännitteenkoestimen kunto tarkistetaan ja varmistetaan, että siitä löytyy voimassaoleva tarkistustarra. Asemilla olevien vaahtosammuttimien voimassaolopäivämäärä myös tarkistetaan. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015, Kivikoski henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015, Pitkänen henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015.)

Rakennuksen sisällä olevan 6-20kV kojeiston kunto tarkistetaan. Ne avataan ja mikäli kojeistossa on esimerkiksi rottia tai hiiriä, niin ne poistetaan jännitesauvaa käyttäen. Suojareleiden vianilmaisuus katsotaan ja kuitataan heti pois, jos niitä on tullut. Kojestossa olevien merkkilamppujen kunto katsotaan ja todetaan, että asennonosoitus merkinnät täsmäävät siihen, mikä kojeiston tila sillä hetkellä on. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

Päämuuntajaa tarkistettaessa katsotaan, että se näyttää päällisin puolin ehjältä ja siinä on oikeat laitetunnuskyltit kiinni. Katsotaan myös, ettei ole näkyvissä mitään öljyvuotoja. Päämuuntajan alla oleva allas tyhjennetään aina, kun siellä on liikaa nestettä. Tätä varten tarkastajat pitävät vesipumppua mukana autoissansa. Pumppu otetaan mukaan noin kaksi kertaa vuodessa, kevään ja syksyn tarkistuskierroksilla. Tarkistusten yhteydessä muuntajista voidaan vaihtaa kuivatussuolat, jos ne ovat kastuneet liikaa. Ja kuivaimiin lisätään öljyä tarpeen vaatiessa. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

6-20kV sekä 45-110kV katkaisijat tarkistetaan silmämääräisesti olevan kunnossa. Niistä katsotaan öljynkorkeus ja mikäli sitä tarvitsee lisätä, niin Empower tulee lisäämään sitä huoltojen yhteydessä. Mikäli katkaisijat ovat SF6 katkaisijoita, niin paine tarkistetaan. Ulkona olevien katkaisijoiden ohjainlaitteistojen sisällä olevan lämmitysvastuksen toimivuus ja kunto tarkistetaan. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

Sammutuslaitteistoa sekä kondensaattoriparistoja tarkistettaessa katsotaan niiden kunto päällisin puolin, ettei öljyvuotoja ole näkyvissä. Tämän jälkeen katsotaan öljynkorkeus ja mikäli sitä tarvitsee lisätä, niin siihen hankitaan huolto. Sammutuslaitteistossa oleva ilmankuivaimen suolojen kosteus tarkistetaan ja mikäli ne ovat kostuneet, niin ne vaihdetaan välittömästi. Myös kuivaimen öljynpinta tarkistetaan ja sitä lisätään itse heti. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

Sähköaseman tasasähköjärjestelmästä katsotaan akuston kunto. Akkujen nesteet tarkistetaan ja niitä lisätään heti. Akustosta testataan akkujen latausjännitteet sekä varaajan toimivuus. Mikäli tasasähköjärjestelmästä on tullut hälytyksiä, niin ne kuitataan pois heti. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

Lämpökuvaukset tulisi suorittaa asemille kerran vuodessa. Yrityksellä on yksi lämpökamera hankittuna, jolla pitäisi suorittaa kaikki kuvaukset. Tammelan ja Hämeenlinnan alueella kuvaukset ovat tällä hetkellä myöhässä, eikä niiden tekemisen ajankohta ole vielä kukaan tiedossa. Lapualla on juuri tehty kuvaukset ja kamera on siellä tällä hetkellä odottamassa, että seuraava urakointialue sitä tarvitsee

ja hakee sen sieltä pois. Tarkastajat suorittavat itse kuvaukset. (Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015, Pitkänen henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015, Lehtimäki henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015.)

4.2 Huollot

Tällä hetkellä Relacom Finland Oy ei tee huoltotöitä itse. Heille tulee lista huoltoa tarvitsevista laitteista ja mittauksista suoraan Elenialta, jonka jälkeen jokaisen urakointialueen johtajat ottavat itse yhteyttä aliurakoitsijoihin. Tällä hetkellä suurimman osan laitteistohuolloista tekee Empower Oy. Mikäli muuntajille tarvitsee suorittaa huoltoja, niin ABB tekee ne. Aliurakoitsijoiden tulee täyttää kaikista tehtävistä huolloista pöytäkirjat. Esimerkit pöytäkirjojen sisällöstä löytyy työn lopusta (Liitteet 2-7). (Lehtonen henkilökohtainen tiedonanto 22.10.2015.)

Sähköasematarkistusta tekevä asentaja suorittaa tarkastusten ohella talonmiehen töitä eli vaihtaa lamppuja ja puhdistaa rännejä. He myös vaihtavat jokaisella urakointialueella itse kuivatussuolat kuivaimista sekä lisäävät akkunesteitä tarpeen vaatiessa. Ylöjärven urakointialueella suoritettavat pihatyöt kuten ruohonleikkuu ja puiden kaato tehdään itse. Muilla alueilla nämä työt jäävät aliurakoitsijoille. Lumen auraukseen on joka alueella omat aliurakoitsijat. Alueilla saattaa olla monia aliurakoitsijoita tekemässä eri sähköasema-aurauksia, koska asemat sijaitsevat niin kaukana toisistaan. (Kivikoski henkilökohtainen tiedonanto 27.10.2015, Saartenkorpi henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

5 EHDOTUS TOIMINTAMALLILLE TULEVAISUUDESSA

Samalla kun haastattelin tarkastajia, niin kyselin heidän mielestään parasta vaihtoehtoa kustannustehokkaampaan ratkaisuun ja kaikkien mielestä paras tapa olisi keskittää sähköaseman kunnossapidon organisointi yhdelle henkilölle. Eli yrityksessä tulisi olla yksi henkilö, joka hoitaisi kaikkia sähköasemia. Tällöin tarkastusten tekemisen muistaminen siirtyisi pois asentajien ja aluepäälliköiden harteilta. Tällöin tarkastukset saataisiin hoidettua ajallaan. Myös jälkitöiden hoitaminen helpottuisi, koska tällä henkilöllä ei olisi muita asioita muistettavanaan, vaan saisi keskittyä niiden hoitamiseen. Myös alihankkijoiden kilpailutus helpottuisi, kun tietäisi vähän eri alueiden hintoja ja pystyisi organisoimaan monia pientöitä samoille yrityksille. Tarkastusten dokumentointi tapahtuisi myös helpommin, kun asentajien ei tarvitsisi sitä tehdä, vaan he saisivat lähettää skannatun version suoraan asemista vastaavalle henkilölle. Asematarkistuksia tekevät henkilöt voisivat kuitenkin pysyä samoina, koska he tuntevat asemat ja tarkastettavat kohteet jo entuudestaan.

Mikäli yksi henkilö organisoisi koko sähköaseman kunnossapitoa, niin hänelle voisi palkata myös muutaman hengen ryhmän tekemään sähköasemahuoltoja. Tällä hetkellä yrityksessä ei ole tietotaitoa lähteä tekemään huoltotöitä, mutta mahdollisuudet niiden aloittamiseen on hyvät. Mittarit huoltotöihin on jo hankittu yritykseen ja ne löytyvät Lapualta. Alkuun voisi palkata neljän hengen ryhmän tekemään huoltoja ja katsoa kuinka tällä tavalla ja missä aikataulussa niitä pystyy tekemään. Jos huoltotöitä tuntuu olevan liikaa, niin voi antaa Empowerin tehdä vielä niistä osan. Työntekijöille täytyy myös hankkia muutama työauto ja varustaa ne asianmukaisesti. Työntekijöitä etsittäessä tulisi vaatia työkokemusta sähköaseman huoltotoista ainakin osalta. Yritys voisi myös järjestää koulutusta työntekijöille huoltotöihin liittyen.

LÄHTEET

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot 2, Verkon suunnittelu, järjestelmät ja laitteet. Helsinki: Otatieto

Isomäki R. 2010. Sammutetun keskijänniteverkon kompensointilaitteiston lisävastuksen ohjaus. AMKopinäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu.
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/16790/Isomaki_Rami.pdf

Kivikoski, A. 2015. Sähköverkkoasentaja. Relacom Finland Oy. Ylöjärvi. Puhelinhaastattelu 27.10.2015. Haastattelijana Erkka Ylitalo. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Latvala, R. 2015. Sähköasemien kuntotarkastus. Luentomateriaali Adato Energia Oy:n järjestämältä luennolta Nokialla 8.-9.9.2015

Lehtimäki, M. 2015. Maastosuunnittelija. Relacom Finland Oy. Lapua. Puhelinhaastattelu 27.10.2015. Haastattelijana Erkka Ylitalo. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Lehtonen, T. 2015. Tekninen asiantuntija. Relacom Finland Oy. Ylöjärvi. Puhelinhaastattelu 22.10.2015. Haastattelijana Erkka Ylitalo. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Lehtonen, V-M. 2013A. Elenia Oy:n työohje sähkö- ja kytkinasemien tarkistuksista. Julkaisematon lähde.

Lehtonen, V-M. 2013B. Elenia Oy:n työohje Sähköasemahuolloista. Julkaisematon lähde.

Nuutisen, K. 2015. Sähköasemien kuntotarkastus. Luentomateriaali Adato Energia Oy:n järjestämältä luennolta Nokialla 8.-9.9.2015

Paukkunen, E. 2015. Sähköasemien kuntotarkastus. Luentomateriaali Adato Energia Oy:n järjestämältä luennolta Nokialla 8.-9.9.2015

Pekkala, H-M. 2011. Elenia Oy:n työohje suojarleiden koestamisesta. Julkaisematon lähde.

Pitkänen, I. 2015. Sähköverkkoasentaja. Relacom Finland Oy. Keski-Suomi. Puhelinhaastattelu 27.10.2015. Haastattelijana Erkka Ylitalo. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Saartenkorpi, M. 2015. Sähköverkkoasentaja. Relacom Finland Oy. Hämeenlinna. Haastattelu 21.10.2015. Haastattelijana Erkka Ylitalo. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Salomäki, H. 2015. Sähköasemien kuntotarkastus. Luentomateriaali Adato Energia Oy:n järjestämältä luennolta Nokialla 8.-9.9.2015

Sarin J. 2004. Pori Energian metallin sähköaseman huolto- sekä kunnossapitosuunnitelma. AMKopinnytö. Satakunnan ammattikorkeakoulu.

Siivonen K. 2007. Sähköaseman apusähköjärjestelmät. AMKopinnytö. Tampereen ammattikorkeakoulu.

<https://publications.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/9834/Siivonen.Kalle.pdf?sequence=2>

Sähköinfo Oy 2014. Sähkölaitteiston lämpökuvaus voi säästää tulipalolta, Promaint kunnossapidon erikoislehti Viitattu 9.11.2015 <http://www.promaintlehti.fi/>

Sähköaseman tarkastuslomake

Aseman nimi	VIKA	PUUTE	TARKENNUS	HOIDETTU
YLEISET				
Aitaus,portit,lukot				
Varoituskilvet				
Kiipeämisen estot				
Pää- ja varavalaistus				
Ovet,ikkunat,tuuletus				
Kaapelikellari				
Puhelin				
Jännitteenkoettimet				
Sisälämpötila				
PÄÄMUUNTAJAT				
Yleistarkastus (öljyvuod)				
Öljynkorkeus				
Ilmankuivaimet				
Eristimet				
Ylijännitesuojat				
Kaapelit, päätteet				
Kaappien lämmitys				
Allas				
45-110 kV KATKAISIJAT				
Katkaisupään öljyn kork				
Katkaisupään typpipaine				
Hydrauliöljyn määrä,paine				
SF6-kaasun paine				
Ohjaimen lämmitys				
SAMMUTUSLAITTEISTOT				
Yleistarkastus (öljyvuod)				
Öljynkorkeus				
Ilmankuivaimet				

[illegible]

LIITE 2

6-20 kV KATKAISIJAN TARKASTUS JA HUOLTO						
Asema						
Kenno						
Laitetunnus						
Laitetunnistus						
Valmistaja		Tyyppi				
Sarjanumero		Valmistusvuosi				
Nimellisvirta		A	Laj			
Nimellisjännite		kV		vähäöljy		
				tyhjä		
				kaasu		
Huoltotoimenpiteet						
	Tarkastettu	Huollettu	Korjattu	Vaihdettu	Lisätty	Huom
Katkaisupilarit						
Sammutuskammiot						
Tukipilariden akseliivisteet						
Katkapilariden akseliivisteet						
Muut tiivisteet						
Jousiohjaimet						
Vaimentimet						
Hydrauliohjaimet						
SF6-kaasut						
Katkaisijaöljyt						
	Vaimennuskäyrän mittaus					
	Toiminta-aikojen mittaus					
	Koekäyttö					
Ylimenovastukset			L1	L2	L3	
Mittaus		Ennen huoltoa				
virran		Huollon jälkeen				
Huomautuksia						
Dokumentointi						
Päiväys		Huollon suorittanut yritys				
Asentaja						

LIITE 3

PÄÄMUUNTAJAN ÖLJYANALYYSI

Asema Kenttä
Jännite Laitetunnus

Valm.nro Valmistaja
Asema Teho MVA
Kenttä Valm.vuosi
Laitetunnus Sijainti
Jännite u1/u2 kV Oljylaji
Oljymäärä kg

Näytteenoton syy
Analyysiarvio

Ehdotettavat toimenpiteet

analyysi pvm.	Kaasupitoisuudet										vika tyyppi
	H ₂ vety µl/l	O ₂ happi ml/l	N ₂ typpi ml/l	CH ₄ metaani µl/l	CO hiilimon. µl/l	CO ₂ hiilidio. µl/l	C ₂ H ₄ etyleeni µl/l	C ₂ H ₆ etaani µl/l	C ₃ H ₈ asetyleeni µl/l <1	TCG palavat k. µl/l	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
suositus	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

analyysi pvm.	Läpilyönti jännite	Häviökerr oin	Rajapinta jännitys	Inhibiitt. pitoisuus	Neutr. luku	Furfuraali (2FAL)	PCB-pitoisuus	Öljyn kosteus	Paperin kosteus	Paperin DP aste	vika tyyppi
	kV	%	mV/m	%	mgKOH/g	mg/l	mg/kg	mg/kg	%		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
suositus	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

analyysi pvm.	Kiintoainepitoisuus kpl/100 ml, mittaussyksikkö µm										vika tyyppi
	2...5	5...15	15...25	25...50	50...100	>100		>2,5	>5	>15	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
suositus	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Vikatyytit

- 0 ei vikaa
- 1 pienitehoisia osittaispurkauksia
- 2 suuritehoisia osittaispurkauksia
- 3 pienitehoisia purkauksia
- 4 suuritehoisia purkauksia
- 5 terminen vika < 150 C
- 6 terminen vika 150 ... 300 C
- 7 terminen vika 300 ... 700 C
- 8 terminen vika > 700 C
- 9 ei määriteltävissä
- 10 öljyn/paperin arvo ei täytä suositusta
- 11 terminen vika tai öljyn/paperin vanheneminen
- 12 C₂H₂ todennäköisesti käämikytkinperäistä

Päivämäärä Näytteenottaja Näytteen analysoija
Yritys Yritys

PÄÄMUUNTAJAN TARKASTUS JA TEHOKYTKINHUOLTO

Asema Kenttä

Jännite kV Laitetunnus

Muuntaja

Tyyppi Teho MVA

Jännite u1/u2 kV Valm.vuosi

Valm.nro Sijainti

Valmistaja

	Tarkastettu	Huollettu	Vaihdettu	Ei tarkastettu	Huom
suojalaitteet					
virtaus-/painerele					
kaasurele					
öljynkorkeuden osoit.					
öljyn lämpömittari					
käämin lämpötilan kuv.					
ylipaineventtiili/rele					
varusteet					
tuulettimet					
läpiviennit					
välitötkytin					
ilmankuivain					
vuototarkastus					
radiaattorit					
venttiilit					
saumat					
tiivisteet					
pintakäsittely					

Ohjain

Tyyppi Ohjausjännite V

Valm.nro Toimintojen lkm.

	Tarkastettu	Huollettu	Vaihdettu	Ei tarkastettu	Huom
sähköiset toim.					
rajakatkaisijat					
vaihtokytkin					
kontaktorit					
ohjausrele					
moott. suojakytkin					
lämpövastukset					
mekaaniset toim.					
asennonosoitin					
hammaspyörästö					
liukukytin					
rajaesteet					
ruuvien lukitus					
voitelu					
modifiointi					

Käämikytkin

Tyyppi		Porras	
Valm.nro		Lukema ennen	
		Lukema jälkeen	

	Tarkastettu	Huollettu	Vaihdettu	Ei tarkastettu	Huom
tehokytkin					
mekanismi					
tiivisteet					
öljy					
öljyn kork.osoitin					
valitsin					
eristeet					
johtimien kiinnitys					
koskettimet					
käyttöakselisto					
nivelet					
tiiviste					
ruuvien lukitus					
koskettimet		L1		L2	L3 OK
askelvastukset		L1		L2	L3 ohm
vaälykset / mm					
voitelu					
modifiointi					
Lisätietoja					

Pvm.		Huoltaja	
Yritys			

45-220 kV KATKAISIJAN TARKASTUS JA HUOLTO

Asema Kenno /kenttä

Jännite kV Laitetunnus

☐ Mittaushuolto ☐ Avaava huolto ☐ kaasua ☐ vähäöljy

Katkaisijan tyyppi sarjanumero

Ohjaimen tyyppi sarjanumero

Valmistaja valmistusvuosi

Nimellisvirta A oikosulkukestoisuus kA

Toimenpiteet	tarkastettu / mitattu	huollettu	korjattu	vahdettu	lisätty	modifioitu	ei ole	huom
katkaisupilarit								
sammutuskammiot								
aukiohjausvaimennin								
kiinniohjausvaimennin								
tukipilarien akselitiiv								
katk.pilarien akselitiiv								
muut tiivisteet								
jousiohjain								
hydrauliohjain								
öljyn pinta								
kaasun paine								
suodattimet								
katkaisijaöljy								
vaimennuskäyrät								
toiminta-ajat								
kuivausvastus								
kelojen vetojännitteet								
apukoskettimet								
koekäyttö								

Ylimenovastukset napa-napa L1 L2 L3 $\mu\Omega$

mittausvirta A

Kelojen laukaisujännitteet ja vastukset

Un1 V auki V kiinni Ω
Un2 V auki V kiinni Ω

Viritysmoottori Un V viritysaika s käyntivirta A

Pääkoskettimien toiminta-ajat

auki L1 L2 L3 ms
kiinni L1 L2 L3 ms

Huomautuksia

Liitteet

Pvm. Asentaja

Yritys

SÄHKÖASEMAN KOESTUS JA PIENTYÖ

Asema	<input type="text"/>	Kenno /kenttä	<input type="text"/>
Jännite	<input type="text"/> kV	Laitetunnus	<input type="text"/>
Tasasähköjärjestelmän suojaus	<input type="checkbox"/>	Päämuuntajan suojaus	<input type="checkbox"/>
Sadeveden tyhjennys	<input type="checkbox"/>		
Suolanvaihto	<input type="checkbox"/>	Öljyn lisäys	<input type="checkbox"/>
		Virtamuuntaja	<input type="checkbox"/>

Suojalaitteen tyyppi	<input type="text"/>		
Suojauksen tyyppi	hälyttävä <input type="checkbox"/>	pääasettelut <input type="checkbox"/>	
	laukaiseva <input type="checkbox"/>	(merkitään, jos valittavissa)	
		tausta-asettelut	<input type="checkbox"/>
	asettelu	koestus	asettelu
			koestus
Uo>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Io>
t	<input type="text"/>	<input type="text"/>	t
Uo>>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Io>>
t	<input type="text"/>	<input type="text"/>	t
U<	<input type="text"/>	<input type="text"/>	U>
t	<input type="text"/>	<input type="text"/>	t
DC-eristyskyky	+/-maa	<input type="text"/> Ω	
	-/-maa	<input type="text"/> Ω	

koestettu	koestettu
Käämikytkimen virtausrele <input type="checkbox"/>	Kaasurele <input type="checkbox"/>
Käämikytkimen painerele <input type="checkbox"/>	Öljyn lämpö <input type="checkbox"/>
Käämikytkimen suojakytkin <input type="checkbox"/>	Öljyn korkeus <input type="checkbox"/>
Käämikytkimen ajo <input type="checkbox"/>	Käämin lämpö <input type="checkbox"/>
<input type="text"/> <input type="checkbox"/>	<input type="text"/> <input type="checkbox"/>
ylijännite <input type="checkbox"/>	hälytykset <input type="checkbox"/>
alijännite <input type="checkbox"/>	laukaisut <input type="checkbox"/>
maasulku <input type="checkbox"/>	merkinannot <input type="checkbox"/>

Lisätiedot

Päivämäärä	<input type="text"/>	Koestaja	<input type="text"/>
Yritys	<input type="text"/>		

DC JÄRJESTELMÄN TARKASTUS JA HUOLTO																			
Asema																			
Laitetunnus																			
Akuston tunnistus																			
Valmistaja				Tyyppi															
Kapasiteetti		Ah		Valmistusvuosi															
Nimellisjännite		V		Laji		Neste													
						Kuiva													
Suojalaitteen tyyppi																			
asettelu		koestus		laukaisevahälyttävä		asettelu		koestus		laukaisevahälyttävä									
Uvaraus						Maavika+													
t						t													
Upikavar.						Maavika-													
t						t													
U<						U>													
t						t													
DC-eristyskyky		+/maa						Ω											
		-/maa						Ω											
koestettu										koestettu									
ylijännite										häilytykset									
alijännite										laukaisut									
maasulku										merkinannot									
Akuston testaus										Käytä desimaalierottimena pilkkua, huomaa yksikkö mΩ									
Akku		Rs [mΩ]		Zb [mΩ]		Ero keskiarvoon [%]		Jännite [Vdc]											
1						#DIV/0!													
2						#DIV/0!													
3						#DIV/0!													
4						#DIV/0!													
5						#DIV/0!													
6						#DIV/0!													
7						#DIV/0!													
8						#DIV/0!													
9						#DIV/0!													
10						#DIV/0!													
11						#DIV/0!													
12						#DIV/0!													
13						#DIV/0!													
14						#DIV/0!													
15						#DIV/0!													
16						#DIV/0!													
17						#DIV/0!													
18						#DIV/0!													
19						#DIV/0!													
20						#DIV/0!													
Impedanssi																			
Min.		0,00 mΩ																	
Max.		0,00 mΩ																	
Keskiarvo		#DIV/0! mΩ																	
						Mittauksen tulos:		#DIV/0!											
Akkujen ulkoiset mitat										Täytetään aina									
Korkeus		cm		Pituus		cm		Leveys		cm									
Huomautuksia																			
Dokumentointi																			
Päiväys				Huollon suorittanut yritys				Asentaja											